บทความ ▸▸
*ขวัญชัย กุลสันติธำรงค์ วฟก.757**
kwanchai2002@hotmail.com

จะคำนวณขนาดสายป้อน (Feeder) ร้อยในท่อโลหะ (Metal Conduit) ได้อย่างไร

คำถาม จงหาขนาดของสายป้อนของวงจรไฟฟ้า 3P 500 A ซึ่งโหลดส่วนใหญ่ (มากกว่าร้อยละ 50) ประกอบด้วยหลอดชนิดหลอดฟลูออเรสเซนต์ สายไฟฟ้าที่ใช้เป็นชนิด THW ร้อยในท่อโลหะหนาปานกลาง (IMC)

วิธีทำ

ขั้นตอนที่ 1 การหาขนาดของสายเส้นไฟ (Phase Conductor)

จากมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2545 ของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (ว.ส.ท.) ได้กำหนดขนาดกระแสของสายไฟฟ้าไว้ในหัวข้อ 5.18.1

ข้อ 5.18.1.1 "ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าทองแดงหุ้มฉนวนพีวีซี ที่ผลิตตามมาตรฐานของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ที่ มอก.11-2531 ให้เป็นไปตามตารางที่ 5-11 และ 5-12"

ตารางที่ 5-11 เป็นตารางแสดงขนาดกระแสของสายไฟฟ้าทองแดงหุ้มฉนวนพีวีซี ตาม มอก.11-2531 อุณหภูมิตัวนำ 70 องศาเซลเซียส ขนาดแรงดัน 300 หรือ 750 โวลต์ อุณหภูมิโดยรอบ 40 องศาเซลเซียส (สำหรับวิธีการเดินสาย ก-ค) และ 30 องศาเซลเซียส (สำหรับวิธีการเดินสาย ง และ จ)

ตารางที่ 5-16 เป็นตารางแสดงการใช้งานของสายไฟฟ้าที่ผลิตตาม มอก.11-2531 (อุณหภูมิใช้งาน 70 องศาเซลเซียส) เช่น มอก.11-2351 ตารางที่ 4 เป็นสายไฟฟ้าหุ้มฉนวนแกนเดียว มีชื่อเรียก THW มีแรงดันไฟฟ้าที่กำหนด 750 โวลต์ หรือ มอก.11-2351 ตารางที่ 6 เป็นสายไฟฟ้าหุ้มฉนวนมีเปลือกนอกแกนเดียว มีชื่อเรียกเป็นสาย NYY มีแรงดันไฟฟ้าที่กำหนด 750 โวลต์ เป็นต้น

ตารางที่ 5-11
ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าทองแดงหุ้มฉนวนพีวีซี ตาม มอก.11-2531 อุณหภูมิตัวนำ 70 องศาเซลเซียส ขนาดแรงดัน 300 หรือ 750 โวลต์ อุณหภูมิโดยรอบ 40 องศาเซลเซียส (สำหรับวิธีการเดินสาย ก-ค) และ 30 องศาเซลเซียส (สำหรับวิธีการเดินสาย ง และ จ)

ขนาดสาย (ตร.มม.)	ขนาดกระแส (แอมแปร์) วิธีการเดินสาย (หมายเหตุ 2)						
	ก	ข	ค		ง		จ
			ท่อโลหะ	ท่ออโลหะ	ท่อโลหะ	ท่ออโลหะ	
0.5	9	8	8	7	10	9	-
1	14	11	11	10	15	13	21
1.5	17	15	14	13	18	16	26
2.5	23	20	18	17	24	21	34
4	31	27	24	23	32	28	45
6	42	35	31	30	42	36	56
10	60	50	43	42	58	50	75
16	81	66	56	54	77	65	97
25	111	89	77	74	103	87	125
35	137	110	95	91	126	105	150
50	169	-	119	114	156	129	177
70	217	-	148	141	195	160	216
95	271	-	187	180	242	200	259
120	316	-	214	205	279	228	294
150	364	-	251	236	322	259	330
185	424	-	287	269	370	296	372
240	509	-	344	329	440	352	431
300	592	-	400	373	508	400	487
400	696	-	474	416	599	455	552
500	818	-	541	469	684	516	623

KC Engineering Consultant

ตารางที่ 5-16
ข้อกำหนดการใช้งานของสายไฟฟ้าที่ผลิตตาม มอก.11-2531 (อุณหภูมิใช้งาน 70 องศาเซลเซียส)

มอก.11-2531 ตารางที่	ชนิดของสาย	ชื่อเรียก	แรงดันไฟฟ้าที่กำหนด (โวลต์)	ลักษณะการติดตั้ง
4	สายไฟฟ้าหุ้มฉนวนแกนเดียว	THW	750	• เดินลอยต้องยึดด้วยวัสดุฉนวน • เดินในช่องเดินสายในสถานที่แห้ง • ห้ามฝังดินโดยตรง • เดินร้อยท่อฝังดินได้แต่ต้องป้องกันไม่ให้น้ำเข้าภายในท่อและป้องกันไม่ให้สายมีโอกาสแช่น้ำ
5	สายไฟฟ้าหุ้มฉนวนมีเปลือกนอกแกนเดียวและสายแบน 2 แกน	WF WF-S	750	**สายกลม** • เดินลอย • เดินเกาะผนัง • เดินซ่อน (Conceal) ในผนัง • เดินในช่องเดินสาย • เดินร้อยท่อฝังดินได้แต่ต้องป้องกันไม่ให้น้ำเข้าภายในท่อและป้องกันไม่ให้สายมีโอกาสแช่น้ำ **สายแบน** • เดินเกาะผนัง • เดินซ่อน (Conceal) ในผนัง • ห้ามเดินในช่องเดินสาย ***ยกเว้น*** รางเดินสาย • ห้ามร้อยท่อฝังดินหรือฝังดินโดยตรง
6	สายไฟฟ้าหุ้มฉนวนมีเปลือกนอกแกนเดียว	NYY	750	• ใช้งานทั่วไป • เดินร้อยท่อฝังดิน • ฝังดินโดยตรง

จากตารางที่ 5-16 สาย THW ต้องติดตั้งตามวิธีการเดินสายประเภท ค ตามตารางที่ 5-11 คือ เดินในท่อในอากาศ ในท่อฝังในผนังปูนฉาบ หรือในท่อในฝ้าเพดาน ดังนั้น ขนาดกระแส (แอมแปร์) ของสาย THW จึงเป็นไปตามคอลัมน์ ค

ในการเดินสายไฟฟ้าร้อยท่อ มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าฯ **ข้อ 5.18.1.6 กำหนดไว้ว่า "ถ้ามีสายในช่องเดินสายไฟฟ้าเดียวกันมากกว่า 3 เส้น (สายเคเบิลหลายแกนให้ถือว่าจำนวนแกนคือจำนวนเส้น) โดยไม่นับตัวนำสำหรับต่อลงดิน ให้ใช้ตัวคูณเพื่อลดค่าขนาดกระแสสำหรับตาราง**

ตารางที่ 5-10
ตัวคูณลดค่ากระแสเนื่องจากจำนวนสายหลายเส้นในช่องเดินสายไฟฟ้าเดียวกัน

จำนวนสาย	ตัวคูณ
4 - 6	0.82
7 - 9	0.72
10 - 20	0.56
21 - 30	0.48
31 - 40	0.44
เกิน 40	0.38

ข้อยกเว้นที่ 1 *สายไฟฟ้าที่มีระบบแรงดันไฟฟ้าต่างกัน ซึ่งวางสายไว้ในช่องเดินสายเดียวกัน ให้ใช้ตัวคูณเพื่อลดขนาดกระแสเฉพาะสายสำหรับวงจรกำลัง วงจรแสงสว่าง และวงจรควบคุมที่มีโหลดต่อเนื่อง*

ข้อยกเว้นที่ 2 *สำหรับสายที่ติดตั้งในรางเคเบิลให้ปฏิบัติตามข้อ 5.15*

ข้อยกเว้นที่ 3 *สำหรับสายส่วนที่อยู่ในนิปเพิล (Nipple) และนิปเพิลมีความยาวไม่เกิน 0.60 เมตร ไม่ต้องใช้ตัวคูณลดขนาดกระแส*

ข้อยกเว้นที่ 4 *สำหรับสายใต้ดินส่วนที่เข้าหรือออกจากช่องรางเดินสาย (Cable Tranch) ซึ่งอยู่ภายนอกอาคาร และมีจำนวนสายหรือแกนไม่เกิน 4 เส้น และมีการป้องกันทางกายภาพด้วยท่อร้อยสายชนิดโลหะ*

ที่ 5-11, 5-13 และ 5-14 ตามตารางที่ 5-10"

ในตารางที่ 5-10 กำหนดตัวคูณลดค่ากระแสเนื่องจากจำนวนสายหลายเส้นในช่องเดินสายไฟฟ้าเดียวกัน โดยปกติการเดินสายในท่อไฟฟ้า (Conduit) เรามักจะไม่เดินสายเกินกว่า 4-6 เส้น ซึ่งจะมีตัวคูณลดเท่ากับ 0.82 ซึ่งเป็นค่าที่สูงที่สุดแล้ว เพราะถ้าเดินสายในท่อไฟฟ้าเกินกว่า 6 เส้น ค่าตัวคูณลดจะมีค่าน้อยลงเรื่อย ๆ ซึ่งจะทำให้สายไฟฟ้านำกระแสไฟฟ้าได้น้อยลง

จากตารางที่ 5-11 วิธีการเดินสาย ค สายไฟฟ้าขนาด 500 mm^2 ร้อยในท่อโลหะสามเส้นจะนำกระแสได้ 541 แอมแปร์

กรณีที่ 1 ใช้สายเส้นไฟ (Phase Conductor) 1 เส้นต่อเฟส

สายไฟฟ้าต้องนำกระแสไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่าขนาดของเซอร์กิตเบรกเกอร์ ซึ่งเท่ากับ 500 แอมแปร์

ในกรณีนี้มีตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้า ไม่นับตัวนำต่อลงดินจำนวน 4 เส้นร้อยในท่อ ดังนั้นใช้ตัวคูณลด 0.82 ทำให้สายไฟฟ้าขนาด 500 mm^2 นำกระแสไฟฟ้าได้เพียง 443.6 แอมแปร์เท่านั้น ดังนั้นจึงไม่มีสายไฟฟ้าที่นำกระแส 500 แอมแปร์ได้

กรณีที่ 2 ใช้สายเส้นไฟ (Phase Conductor) 2 เส้นต่อเฟส

สายเส้นไฟแต่ละเส้นต้องนำกระแสได้ไม่น้อยกว่า = 500 แอมแปร์/2

= 250 แอมแปร์

เพื่อให้สายไฟฟ้านำกระแสไฟฟ้าได้มากที่สุด ต้องร้อยสายตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าในท่อโลหะไม่เกิน 4 เส้นต่อหนึ่งท่อ ดังนั้นในกรณีนี้ต้องใช้ท่อโลหะจำนวน 2 ท่อ

ขนาดของสายไฟฟ้าที่ใช้ต้องมีขนาดกระแส = 250/0.82

= 305 แอมแปร์

จากตารางที่ 5-11 วิธีการเดินสาย ค ต้องใช้สาย THW ขนาด 240 ตร.มม. จำนวน 2 เส้นต่อเฟสเป็นสายเส้นไฟ

ขั้นตอนที่ 2 การหาขนาดสายนิวทรัล

ข้อ 3.2.4 ขนาดตัวนำนิวทรัล กำหนดไว้ว่า "ขนาดตัวนำนิวทรัล ต้องมีขนาดกระแสเพียงพอที่จะรับกระแสไม่สมดุลสูงสุดที่เกิดขึ้นและต้องมีขนาดไม่เล็กกว่าขนาดสายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้าตามข้อ 4.20 กรณีระบบไฟฟ้า 3 เฟส 4 สาย ขนาดตัวนำนิวทรัลมีข้อกำหนดดังนี้"

ข้อ 3.2.4.2 กำหนดไว้ว่า "กรณีสายเส้นไฟมีกระแสของโหลดไม่สมดุลสูงสุดมากกว่า 200 แอมแปร์ ขนาดกระแสของตัวนำนิวทรัลต้องไม่น้อยกว่า 200 แอมแปร์ บวกด้วยร้อยละ 70 ของส่วนที่เกิน 200 แอมแปร์"

ในกรณีนี้กระแสโหลดไม่สมดุลสูงสุดเท่ากับ 500 แอมแปร์

ขนาดกระแสของตัวนำนิวทรัลต้องไม่น้อยกว่า = 200 + 0.7 x (500 - 200) แอมแปร์

= 410 แอมแปร์

ใช้ตัวนำนิวทรัล 2 เส้นต่อเฟส

สายไฟฟ้าแต่ละเส้นต้องนำกระแสได้ไม่น้อยกว่า = 410/2 แอมแปร์

= 205 แอมแปร์

ในกรณีนี้ต้องร้อยสายไฟฟ้าในท่อโลหะจำนวน 2 ท่อ

ขนาดของสายไฟฟ้าที่ใช้ต้องมีขนาดกระแส = 205/0.82 แอมแปร์

= 250 แอมแปร์

จากตารางที่ 5-11 วิธีการเดินสาย ค ในท่อโลหะ ต้องใช้สาย THW ขนาด 150 ตร.มม. จำนวน 2 เส้นต่อเฟสเป็นสายนิวทรัล

ตารางที่ 4.2
ขนาดต่ำสุดของสายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้า

พิกัดหรือขนาดปรับตั้งของเครื่องป้องกันกระแสเกินไม่เกิน (แอมแปร์)	ขนาดต่ำสุดของสายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้า (ตัวนำทองแดง) (ตร.มม.)
16	1.5*
20	2.5*
40	4*
70	6*
100	10
200	16
400	25
500	35
800	50
1000	70
1250	95
2000	120
2500	185
4000	240
6000	400

หมายเหตุ * ขนาดต่ำสุดของสายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้าใช้สำหรับที่อยู่อาศัยหรืออาคารของผู้ใช้ไฟที่อยู่ห่างจากหม้อแปลงระบบจำหน่ายระยะไม่เกิน 100 เมตร กรณีที่ผู้ใช้ไฟอยู่ห่างจากหม้อแปลงระบบจำหน่ายระยะเกิน 100 เมตร ให้ดูภาคผนวก ฌ. ตารางที่ ฌ.6 ถึงตารางที่ ฌ.12

ภาคผนวก ญ.
จำนวนสูงสุดของสายไฟฟ้าขนาดเดียวกันในท่อร้อยสาย

จำนวนสูงสุดของสายไฟฟ้าขนาดเดียวกัน มอก.11-2531 ตารางที่ 4
ที่ให้ใช้ในท่อโลหะตาม มอก.770-2533

พื้นที่หน้าตัดของสายไฟฟ้า (ตารางมิลลิเมตร)	จำนวนสูงสุดของสายไฟฟ้าขนาดเดียวกันในท่อร้อยสาย											
1	7	13	20	33	-	-	-	-	-	-	-	-
1.5	6	11	17	28	44	-	-	-	-	-	-	-
2.5	4	8	13	22	34	-	-	-	-	-	-	-
4	3	5	9	15	23	36	-	-	-	-	-	-
6	2	4	7	12	19	29	-	-	-	-	-	-
10	1	3	4	7	12	19	32	-	-	-	-	-
16	1	1	3	5	9	14	23	36	-	-	-	-
25	1	1	1	3	5	9	15	23	29	-	-	-
35	-	1	1	3	4	7	12	19	24	30	-	-
50	-	-	1	1	3	5	9	14	17	21	34	-
70	-	-	1	1	2	4	7	10	13	16	26	37
95	-	-	1	1	1	3	5	7	10	12	19	27
120	-	-	-	1	1	2	4	6	8	10	16	23
150	-	-	-	1	1	1	3	5	7	8	13	19
185	-	-	-	-	1	1	2	4	5	6	10	15
240	-	-	-	-	1	1	1	3	4	5	8	12
300	-	-	-	-		1	1	2	3	4	6	10
400	-	-	-	-	-	1	1	1	2	3	5	8
500	-	-	-	-	-	-	1	1	1	2	4	6
เส้นผ่านศูนย์กลางของท่อร้อยสาย (มม.)	15	20	25	32	40	50	65	80	90	100	125	150

ขั้นตอนที่ 3 การหาขนาดสายดิน

ข้อ 4.20.1 "กำหนดให้สายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้าต้องมีขนาดไม่เล็กกว่าที่ได้กำหนดไว้ในตารางที่ 4.2"

จากตารางที่ 4.2 เซอร์กิตเบรกเกอร์ขนาด 500 แอมแปร์ จะมีขนาดต่ำสุดของสายดินเท่ากับ 35 ตร.มม. ดังนั้นใช้สาย THW ขนาด 35 ตร.มม. เป็นสายดินร้อยในท่อโลหะแต่ละท่อ

ขั้นตอนที่ 4 การหาขนาดท่อโลหะ

ข้อ 5.1.10 จำนวนสายไฟฟ้าสูงสุดในท่อร้อยสาย กำหนดไว้ว่า "ให้คำนวณจากพื้นที่หน้าตัดรวมทั้งฉนวนและเปลือกของสายทุกเส้นในท่อร้อยสายรวมกันคิดเป็นร้อยละเทียบกับพื้นที่หน้าตัดภายในของท่อต้องไม่เกินที่กำหนดในตารางที่ 5.3 สำหรับสายไฟฟ้าตาม มอก.11-2531 ตารางที่ 4 และตารางที่ 6 จำนวนสูงสุดของสายไฟฟ้าขนาดเดียวกัน ที่ให้ใช้ท่อโลหะตาม มอก.770-2533 ให้ดูในภาคผนวก ญ."

จากตารางในภาคผนวก ญ. สายไฟฟ้า THW ขนาด 240 ตร.มม. จำนวน 5 เส้นร้อยในท่อโลหะที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 100 มม. ดังนั้นในกรณีนี้เลือกใช้ท่อโลหะขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 100 มม.

คำตอบ สายป้อน (Feeder) ของวงจรไฟฟ้า 3P 500 A มีขนาด (3-240/1-150 N/35 G THW ร้อยในท่อโลหะหนาปานกลาง (IMC Conduit) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 100 มิลลิเมตร) จำนวน 2 ชุด